

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC LOAD SHEDDING* AKIBAT ADANYA BEBAN LEBIH BERBASIS *BLUETOOTH*

Achmad Fajar Muzaqqi

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : achmadmuzaqqi@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Haryudo

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : subuhisnur@unesa.ac.id

Abstrak

Load shedding adalah sebuah tindakan melepaskan beban lain dengan tujuan mengamankan kesinambungan sumber listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sistem pelepasan beban akibat adanya beban lebih berbasis *bluetooth*. Pelepasan beban ini berfungsi untuk mengamankan kesinambungan sumber listrik agar tidak terjadi trip pada MCB yang dikarenakan kelebihan arus. Aplikasi *smartphone* android yang terhubung melalui *bluetooth* sebagai kontrol batas arus dan monitoring arus yang mengalir. Dari data yang di peroleh dari hasil percobaan *prototype* yang di buat menghasilkan tingkat keakurasian yang cukup baik. Di mana dari hasil pengujian akurasi sensor arus YHDC SCT 013-000 di bandingkan dengan *amperemeter* menghasilkan *error* rata-rata sebesar 4,952 %, sedangkan hasil dari perbandingan dengan perhitungan rumus menghasilkan *error* rata-rata sebesar 22,11 %. Setelah di lakukan beberapa kali pengujian sistem pelepasan beban dengan batas arus 1,2 A dapat di simpulkan sistem telah bekerja dengan baik. Di mana pada saat beban 1, 2, 3 dan 4 ON arus yang terukur adalah sebesar 2,09 A. Dalam kondisi ini arus telah melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga dalam waktu 1 detik beban 4 diputus selanjutnya dalam waktu 1,4 detik beban 3 diputus dan dalam waktu 3,5 detik beban 2 diputus.

Kata Kunci : *Load shedding, Bluetooth, Smartphone* Android, Arduino, Sensor arus YHDC SCT 013-000

Abstract

Load shedding is an act of releasing another load in order to secure the continuity of a power source. The purpose of this study is to produce a load release system due to the presence of more bluetooth-based loads. This load release serves to secure the continuity of the power source so that there is no trip on the MCB due to excess current. Android smartphone application that is connected via bluetooth as a control of the current limit and monitoring current flowing. From the data obtained from the results of the prototype experiments that are made produce a fairly good level of accuracy. Where from the results of testing the accuracy of the YHDC SCT 013-000 current sensor compared to the amperemeter it produces an average error of 4.952%, while the results of the comparison with the calculation of the formula produce an average error of 22.11%. After several tests of load release systems with a current limit of 1.2 A can be concluded the system has worked properly. Where when the load 1, 2, 3 and 4 ON the measured current is 2.09 A. In this condition the current has exceeded the current limit set in the android smartphone application which is 1.2 A so that within 1 second load 4 subsequently disconnected in 1.4 seconds load 3 was disconnected and within 3.5 seconds load 2 was disconnected.

Keywords: Load shedding, Bluetooth, Android Smartphone, Arduino, YHDC SCT 013-000 current sensor

PENDAHULUAN

Semakin lama kebutuhan peralatan listrik dalam rumah semakin bertambah. Bertambahnya peralatan listrik ini dapat mengakibatkan terjadinya beban berlebih. Sehingga seringkali melebihi kapasitas daya yang sudah di sediakan dan dapat mengakibatkan terjadinya trip pada MCB (*mini circuit breaker*). Trip pada MCB menyebabkan seluruh beban akan terputus dan untuk menghubungkan kembali beban tersebut, MCB harus di reset ulang. Kondisi ini tentu tidak diharapkan karena ada beban-beban tertentu yang memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap

kesinambungan tersedianya energi listrik. Maka dari itu perlu ada tindakan melepaskan beban lain dengan tujuan mengamankan kesinambungan tersedianya listrik yang di kenal sebagai *Load Shedding*. (Wahyu K, 2014)

Prototype ini di lakukan melalui komunikasi nirkabel seperti komunikasi *Bluetooth*. Di sisi lain, beberapa pertimbangan penggunaan Android juga di kembangkan untuk kontrol keamanan otorisasi dan integritas dalam bentuk perangkat tambahan aplikasi android. Komunikasi nirkabel memberikan keuntungan dalam desain instrumentasi dan mempermudah dalam memperbarui dari satu tempat. (Zainuri. Dkk, 2015 : 163-

167). Oleh karena itu pada penelitian ini di buatlah "Rancang Bangun *Automatic Load Shedding* Akibat Adanya Beban Lebih Berbasis *Bluetooth*".

KAJIAN PUSTAKA

Beban Listrik

Beban Listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari contoh beban listrik adalah setrika listrik, lampu listrik, *Television*, Kompor listrik.

Pada keseluruhan sistem, total daya jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energy listrik. Jadi dalam penggunaan rumah tangga, total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif, karena dalam kondisi mati peralatan tertentu tidak menggunakan daya listrik. Beban listrik dikatakan juga sebagai hambatan / resistansi (*Resistance*) dalam ilmu listrik di mana dapat dirumuskan pada hukum ohm :

$$V = I \times R \quad (1)$$

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

(Sumber : Resnick & Halliday. 1974)

Dimana :

I : Arus listrik dengan satuan (A)

R : Hambatan Listrik dengan satuan (Ω)

V : Tegangan listrik dengan satuan (V)

P : Daya (Watt)

Pelepasan Beban (*Load Shedding*)

Load shedding adalah suatu skema pelepasan beban yang mana diterapkan pada suatu relai yang akan menjalankan skema pelepasan beban tersebut dengan melepas atau membuka PMT (pemutus tenaga). Input yang menjadi acuan *load shedding* untuk bekerja adalah frekuensi atau arus. Adapun tujuan *load shedding* adalah untuk mengamankan suplai daya untuk sebagian sistem yang masih dapat diselamatkan dari kemungkinan terjadi pemadaman total. (Lestari, 2015)

Load shedding yang bekerja atas dasar arus, di setel pada suatu nilai arus dibawah arus nominalnya (I) dan kemudian akan memberikan perintah pada relai untuk melaksanakan pelepasan beban. Penyetelan waktu untuk *load shedding* ini menggunakan karakteristik waktu tunda terbalik (*standard invers time*). Dengan persamaan sesuai standart BS142 dan IEC 60255 dengan ketentuan untuk TMS (*Time Multiple Setting*) sebesar (0,1), K sebesar (0,14) dan α sebesar (0,02).

$$T(s) = TMS \times \frac{k}{\left(\frac{I_f}{I_{set}}\right)^{\alpha} - 1} \quad (3)$$

(Sumber : Nova. 2013)

Dengan :

TMS = *Time Multiple Setting*

T(s) = Waktu operasi (s)

Iset = Arus nominal (A)

If = Arus gangguan terukur (A)

K = Konstanta *standard invers*

α = Konstanta *standard invers*

Arduino UNO

Arduino UNO pada rancangan ini akan digunakan sebagai pengendali sistem pelepasan beban lebih secara otomatis dengan membagi beban menjadi beban prioritas dan beban non-prioritas. Modul arduino ini sebagai otak dari semua rangkaian. Dikarenakan, data yang di dapat dari sensor arus YHDC SCT 013-000 akan di proses Arduino uno untuk memberi perintah kepada relai untuk memutuskan beban non prioritas sesuai yang sudah di setel sebelumnya. Arduino UNO dapat di lihat pada Gambar .



Gambar 1. Arduino UNO

(Sumber : <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>, 2019)

Sensor Arus YHDC SCT 013-000

Sensor arus YHDC SCT 013-000 pada rancangan alat ini berfungsi sebagai membaca arus total beban yang terpasang, sehingga ketika sensor arus terpasang pada kabel beban maka sensor arus akan bekerja dan memberikan informasi ke Arduino uno berupa nilai arus total yang mengalir pada kabel beban. Adapun pada Gambar 2 menunjukkan contoh sensor arus 1 fasa.

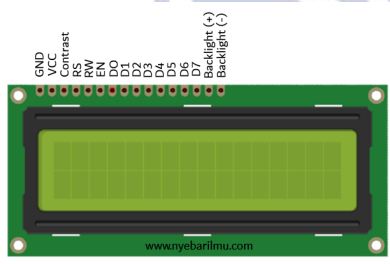


Gambar 2. Sensor Arus YHDC SCT-013-000

(Sumber: <https://openenergymonitor.com/100a-max-clip-on-current-sensor-ct/>, 2019)

LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) pada perancangan alat ini digunakan untuk menampilkan suatu menu berupa penyetelan beban prioritas dan non prioritas, penyetelan nilai batas arus dan nilai arus yang terdeteksi. LCD yang digunakan pada perancangan alat ini yaitu LCD 16 x 2. Dapat dilihat pada Gambar 3 contoh LCD 16 x 2.

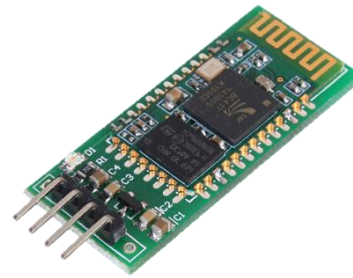


Gambar 3. LCD 16x2

(Sumber: http://www.ece.utep.edu/courses/web3376/Lab_5_-_LCD.html, 2019)

Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah suatu peralatan media komunikasi yang dapat digunakan untuk menghubungkan sebuah perangkat komunikasi dengan perangkat komunikasi lainnya. Pada perancangan alat ini *bluetooth* HC-05 di gunakan sebagai media komunikasi pertukaran data antara *smartphone* android dengan mikrokontroler arduino uno. *Smartphone* android yang terhubung dengan arduino uno berfungsi untuk memonitor dan menginputkan nilai batas arus. Adapun rangkaian *bluetooth* HC-05 ke mikrokontroler arduino uno dapat di lihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bluetooth HC-05

(Sumber : <https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved, 2016>)

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

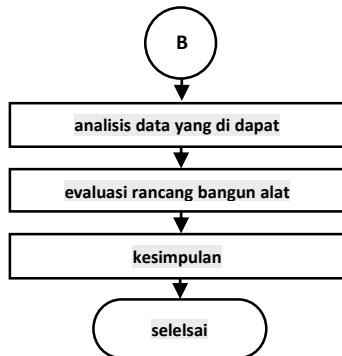
Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan suatu metode yang relevan dengan tujuan yang ingin dicapai. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah kuantitatif.

Penelitian ini menggunakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai pemrograman pada *board* arduino uno. Sensor yang digunakan dalam rancang bangun sistem ini menggunakan sensor arus bertipe YHDC SCT-013-000 yang digunakan sebagai pembacaan arus yang mengalir pada beban yang terhubung. Komunikasi yang di gunakan dalam sistem ini menggunakan modul *bluetooth* sebagai media komunikasi antara sistem dengan *smartphone* android.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini secara garis besar di jelaskan dalam langkah-langkah penelitian pada Gambar 5.



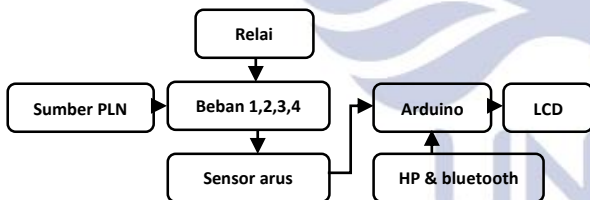


Gambar 5. Tahapan Rancangan Penelitian
(Sumber: Data Primer, 2018)

Pada perancangan penelitian ini langkah pertama yang dilakukan yaitu studi literatur. Pada studi literatur dilakukan pencarian informasi mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini diantaranya adalah mempelajari karakteristik masing-masing peralatan dan komponen yang akan digunakan beserta prinsip kerjanya dan mempelajari cara kerja dan pemrograman bahasa “C” pada program arduino uno. Selanjutnya variabel uji yang digunakan adalah uji sensor arus dan uji pelepasan beban. Selanjutnya menentukan komponen, merancang alat dan pemrograman. Setelah itu langkah selanjutnya adalah pengumpulan data dan menganalisis data yang telah di dapat. Tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan dari penelitian.

Desain Blok Diagram Hardware

Desain sistem keseluruhan *hardware* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



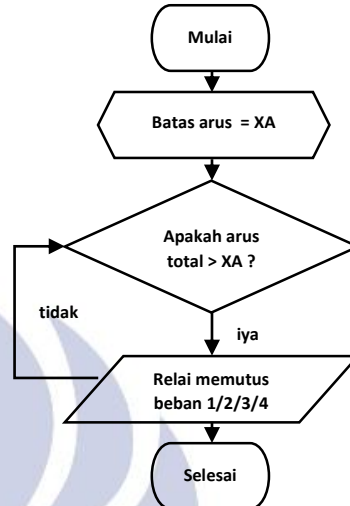
Gambar 6. Desain blok diagram *hardware*
(Sumber: Data Primer, 2018)

Pada Gambar 6 merupakan desain blok diagram *hardware load shedding*. Prinsip kerja pemutus beban lebih ini adalah jika nilai arus yang terbaca pada sensor arus YHDC SCT 013-000 telah melebihi batas arus yang sudah di tentukan melalui *smartphone* android yang terhubung dengan sistem menggunakan komunikasi *bluetooth*, maka arduino uno akan memproses inputan dari sensor arus YHDC SCT 013-000 untuk memberikan sebuah perintah kepada relai untuk memutus beban terakhir yang di nyalakan yang menyebabkan arus lebih (*over current*), hingga arus yang mengalir pada beban yang terhubung tidak melebihi batas arus yang sudah di

tentukan, supaya sumber listrik tetap terjaga dan tidak sampai terjadi trip pada MCB.

Desain Flowchart Program

Untuk desain *flowchart* program ini dapat di lihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain *flowchart* program
(Sumber: Data Primer, 2018)

Prinsip kerja program pada Gambar 7 adalah jika nilai arus yang terbaca pada sensor arus YHDC SCT 013-000 telah melebihi batas arus yang sudah di tentukan melalui *smartphone* android yang terhubung dengan sistem menggunakan komunikasi *bluetooth*, maka arduino uno akan memproses inputan dari sensor arus YHDC SCT 013-000 untuk memberikan sebuah perintah kepada relai untuk memutus beban terakhir yang di nyalakan yang menyebabkan arus lebih (*over current*), hingga arus yang mengalir pada beban yang terhubung tidak melebihi batas arus yang sudah di tentukan ($I = xA$), supaya sumber listrik tetap terjaga dan tidak sampai terjadi trip pada MCB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perancangan sistem yang telah di bahas, langkah selanjutnya adalah pengujian rangkaian *automatic load shedding* akibat adanya beban lebih berbasis *bluetooth* sebagai pengaman sumber listrik ketika terjadi *over load* (beban lebih), kemudian menyiapkan data hasil pengujian yang di dapat dari hasil pengujian sistem *load shedding* yang dilakukan secara berulang – ulang supaya menghasilkan data yang tepat. Sebelum melakukan pengambilan data terlebih dahulu mempelajari sistem tersebut kemudian menentukan titik pengukuran. Adapun hasil pendataan ini akan dijadikan pembandingan dengan teori yang menunjang.

Pengujian Sensor Arus YHDC SCT-013-000

Pada pengujian sensor arus ini akan menggunakan 1 buah sensor yang akan di pasang pada rangkaian beban. Pengujian pada sensor arus YHDC SCT-013-000 di uji dengan memberi beban berupa lampu pijar masing-masing lampu pijar mempunyai daya sebesar 200 watt, 175 watt, 100 watt, 100 watt. Arus keluaran dari sensor arus YHDC SCT-013-000 akan diamati menggunakan *smartphone* android. Dari hasil pembacaan sensor arus didapatkan hasil seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian sensor arus YHDC SCT-013-000

(Sumber: Data Primer, 2018)

No	Beban	I out Sensor YHDC SCT-013-000 (Ampere)
1	Lampu pijar 200 Watt	0,73 A
2	Lampu pijar 175 Watt	0,64 A
3	Lampu pijar 100 Watt	0,37 A
4	Lampu pijar 100 Watt	0,37 A

Pada tabel 1 merupakan hasil pengujian sensor arus YHDC SCT-013-000. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasang pada sala satu kabel beban agar arus yang mengalir dapat di baca ole sensor YHDC SCT-013-000. Keluaran sensor ini berupa satuan arus dalam *Ampere*.

Pengujian Arduino Uno

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan modul Arduino dengan input sensor arus dan juga output LCD tanpa beban. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengecek apakah data masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dapat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja sistem. Setelah rangkaian terpasang selanjutnya adalah memasukan progam pada *software* Arduino IDE yang dibuat untuk menampilkan *output* dari sensor arus. Hasil *output* dari sensor arus dapat dilihat pada Gambar 8. Dimana pada sensor arus terlihat hasil '0,00' karena beban dalam keadaan *off*.

Arus yang terbaca : 0.00
Batas yang di input : 5.00

Gambar 8. Pengujian *input* dari sensor arus
(Sumber: Data Primer, 2018)

Pengujian LCD 16 x 2

Pengujian LCD 16 x 2 dilakukan untuk mengetahui apakah LCD bisa bekerja dengan baik atau tidak, pengujian dilakukan dengan memberikan input 5 Volt DC dan menghubungkan pin LCD (VCC, GND, SCL dan SDA) pada *board* arduino dan memasukan progam untuk menampilkan kata "Arus : " dan "Batas arus : " dapat dilihat pada Gambar 9 berikut :

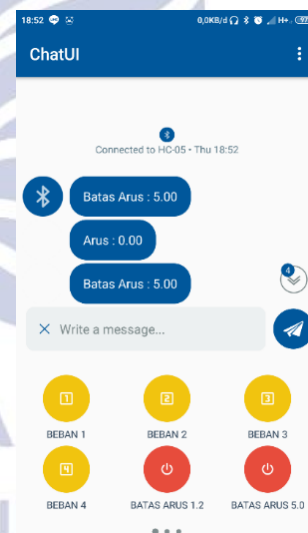


Gambar 9. Tampilan uji coba LCD 16 x 2
(Sumber: Data Primer, 2018)

Pengujian Modul Bluetooth HC-05

Aplikasi di *smartphone* android di perlukan untuk memberikan perintah kepada alat yang telah dirancang, aplikasi ini menampilkan GUI (*Graphic User Interface*) berbasis java yang nantinya di gunakan untuk menginputkan suatu perintah. Aplikasi ini bersifat *open source* sesuai dengan OS (*Operating System*). Android itu sendiri yang juga bersifat *open source*, tentunya *smartphone* android yang di gunakan harus menginstal terlebih dahulu aplikasinya, tampilan aplikasi dapat di lihat pada Gambar 10.

Sistem kerjanya yaitu user menggunakan aplikasi dengan menghubungkan *bluetooth* pada *smartphone* android ke modul *bluetooth* HC-05 pada sistem. Setelah terhubung selanjutnya menginputkan nilai batas arus dan memonitoring arus yang terbaca. Pengujian modul *bluetooth* HC-05 dapat di lihat pada Tabel 2.



Gambar 10. Tampilan aplikasi *smartphone* android
(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel 2. Hasil pengukuran koneksi *bluetooth* HC-05
(Sumber: Data Primer, 2018)

No.	Jarak	Status	Keterangan
1	6 m	Terhubung	Tanpa Halangan
2	8 m	Terhubung	Tanpa Halangan
3	10 m	Terhubung	Tanpa Halangan
4	15 m	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung
5	20 m	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung

Pengujian Modul Relai

Pengujian modul relai dilakukan untuk memastikan pelepasan beban (*load shedding*) ketika terjadi beban lebih berfungsi dengan baik atau tidak, pengujian dilakukan dengan memberi logika *HIGH* (1) atau *LOW* (0) pada input rangkaian.

Tabel 3. Hasil pengujian modul relai
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Input	Vout (VDC)	Relai
1	HIGH	4.95	NC
2	LOW	0.00	NO

Pengujian Akurasi Keseluruhan Sistem Alat

Dari seluruh pengujian blok sistem yang sudah dijalankan, selanjutnya merupakan rangkaian keseluruhan saat sistem dijalankan bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem untuk melakukan pembacaan arus sudah bekerja dengan baik atau belum yang di monitor melalui *smartphone* android yang sudah terhubung dengan arduino melalui modul *bluetooth* HC-05. Beban yang digunakan merupakan beban penerangan berupa lampu pijar. Pada pengukuran sistem, dibandingkan dengan perhitungan rumus arus daya dan alat ukur *amperemeter*. *Error* pengukuran pada sensor arus dalam sistem dan alat ukur dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\%Error = \frac{[(\text{Nilai sebenarnya} - \text{Nilai terbaca})]}{\text{Nilai sebenarnya}} \times 100\% \quad (4)$$

(Sumber : Wahyu K. 2014)

Data yang di ambil merupakan hasil rata-rata dari 10 pengambilan data. Berikut adalah hasil pengujian sensor arus. Hasil lebih detail dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian akurasi arus Sensor YHDC SCT-013-000 di bandingkan dengan *amperemeter*
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

Beban	Pengukuran Sistem (A)	Pengukuran Alat Ukur (A)	Error (%)
Lampu pijar 200 Watt	0,73 A	0,75 A	2,666 %
Lampu pijar 175 Watt	0,64 A	0,64 A	0%
Lampu pijar 100 Watt	0,32 A	0,35 A	8,571 %
Lampu pijar 100 Watt	0,32 A	0,35 A	8,571 %
Rata – rata			4,952 %

Tabel 5. Hasil pengujian akurasi arus Sensor YHDC SCT-013-000 di bandingkan dengan perhitungan rumus
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

Beban	Pengukuran Sistem (A)	Pengukuran arus persamaan rumus (A)	Error (%)
Lampu pijar 200 Watt	0,73 A	0,88 A	17,04 %
Lampu pijar 175 Watt	0,64 A	0,77 A	16,88 %
Lampu pijar 100 Watt	0,32 A	0,44 A	27,27 %
Lampu pijar 100 Watt	0,32 A	0,44 A	27,27 %
Rata – rata			22,11 %

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4 dan 5 bahwa pada sensor arus YHDC SCT-013-000 ini sudah bekerja cukup baik, dapat dibuktikan dengan perbandingan *amperemeter* dan persamaan rumus arus daya dengan tegangan PLN yang terukur pada avo meter sebesar 225 V. Pada percobaan pengukuran arus sistem dengan *amperemeter*, arus yang terbaca oleh sistem pada beban lampu pijar 175 watt menunjukkan arus sebesar 0,64 A. sedangkan pada *amperemeter* menunjukan arus yang terbaca sebesar 0.64 A. Pada percobaan pengukuran arus sistem dengan persamaan rumus arus daya, arus yang terbaca oleh sitem pada beban lampu pijar 200 watt menunjukkan arus sebesar 0,73 A. Sedangkan pada perhitungan rumus arus menghasilkan arus sebesar 0,88 A. Perbedaan hasil pengukuran dari sistem dipengaruhi oleh tingkat ketelitian sensor. Akan tetapi, dengan hasil tersebut alat ini sudah dapat digunakan sebagai sistem pelepasan beban (*load shedding*) serta dapat mengontrol batas arus dan memonitor arus menggunakan aplikasi *smartphone* android melalui komunikasi *bluetooth*.

Dari rumus persamaan *error* di dapatkan rata – rata *error* pada sensor arus YHDC SCT-013-000 sebesar = 4,952 % jika dibandingkan dengan alat ukur berupa *amperemeter*. Sedangkan jika dibandingkan dengan perhitungan rumus arus daya rata – rata *error* pada sensor arus YHDC SCT-013-000 sebesar = 22,11%.

Analisis Kerja Hardware

Dari hasil pengujian sistem yang dilakukan dapat diketahui bahwa kinerja *hardware* yang dihasilkan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Pada penelitian ini, bagian *hardware* yang di analisa adalah kinerja *hardware* ketika terjadi beban lebih yang di sebabkan oleh arus yang melebihi batas sudah di tetapkan, Sistem dapat melakukan pembacaan arus beban keseluruhan dan melakukan pelepasan beban sehingga arus keseluruhan yang terbaca tidak sampai melebihi penyetelan batas arus yang sudah di tetapkan sebagai pengaman sumber listrik dan untuk mencegah terjadinya trip pada MCB yang

menyebabkan terjadinya listrik padam. Berikut hasil pengujian sistem *automatic load shedding* ketika adanya beban lebih yang dilakukan di laboratorium *microcontroller*, batas arus yang digunakan untuk pengujian sebesar 1,2 A. Beban yang digunakan adalah beban penerangan. Untuk beban 1 adalah lampu pijar 200 watt, beban 2 175 watt, beban 3 100 watt dan beban 4 100 watt. Dari perhitungan TMS untuk pemutusan beban menghasilkan delay sebesar 3,5 detik untuk arus di atas 1 A, 1,4 detik untuk arus di atas 1,5 A, 1 detik untuk arus di atas 2 A.

a) Pengujian ke 1

Pada pengujian ke 1 dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut :

Tabel 6. Pengujian *Load Shedding* sebelum di batasi
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Arus total (A)	Kondisi awal pemakaian beban			
		1	2	3	4
1	-	-	-	-	-
2	0,73 A	ON	-	-	-
3	1,45 A	ON	ON	-	-
4	1,87 A	ON	ON	ON	-
5	2,09 A	ON	ON	ON	ON

Tabel 7. Hasil respon Pengujian *Load Shedding* batas arus 1,2 A
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Arus total (A)	Kondisi akhir setelah pemakaian beban			
		1	2	3	4
1	-	-	-	-	-
2	0,73 A	ON	-	-	-
3	0,74 A	ON	OFF	-	-
4	0,73 A	ON	OFF	OFF	-
5	0,74 A	ON	OFF	OFF	OFF

Pada pengujian ke 1 dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 pada saat beban 1 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0,73 A, pada saat beban 1 dan 2 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,45 A, pada saat beban 1, 2 dan 3 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,87 A dan pada saat beban 1, 2, 3 dan 4 ON arus yang terukur adalah sebesar 2,09 A. Dalam kondisi ini arus telah melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga dalam waktu 1 detik beban 4 diputus selanjutnya dalam waktu

1,4 detik beban 3 diputus dan dalam waktu 3,5 detik beban 2 diputus.

b) Pengujian ke 2

Pada pengujian ke 2 dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut :

Tabel 8. Pengujian *Load Shedding* sebelum di batasi
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Arus total (A)	Kondisi awal pemakaian beban			
		1	2	3	4
1	0,55 A	-	ON	-	-
2	0,99 A	-	ON	ON	-
3	1,41 A	-	ON	ON	ON

Tabel 9. Hasil respon Pengujian *Load Shedding* batas arus 1,2 A
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Arus total (A)	Kondisi akhir setelah pemakaian beban			
		1	2	3	4
1	0,55 A	-	ON	-	-
2	0,99 A	-	ON	ON	-
3	1,04 A	-	ON	ON	OFF

Pada pengujian ke 2 dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 pada saat beban 2 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0,55 A, pada saat beban 2 dan 3 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0,99 A dan pada saat beban 2, 3 dan 4 dalam kondisi ON arus yang terukur 1,41 A. Dalam kondisi ini arus terbaca telah melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga dalam waktu 1 detik beban 4 diputus.

c) Pengujian ke 3

Pada pengujian ke 3 dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11 berikut :

Tabel 10. Pengujian *Load Shedding* sebelum di batasi
(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Arus total (A)	Kondisi awal pemakaian beban			
		1	2	3	4
1	0,32 A	-	-	ON	-
2	0,62 A	-	-	ON	ON

Tabel 11. Hasil respon Pengujian *Load Shedding* batas arus 1,2 A(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Kondisi akhir setelah pemakaian beban				
	Arus total (A)	Beban			
		1	2	3	4
1	0,73 A	ON	OFF	-	OFF
2	1,01 A	-	ON	-	ON

Pada pengujian ke 3 dapat di lihat pada Tabel 10 dan Tabel 11 pada saat beban 3 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0,32 A dan pada saat beban 3 dan 4 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0,62 A. Dalam kondisi ini arus yang terbaca tidak melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga tidak ada beban yang diputus.

d) Pengujian ke 4

Pada pengujian ke 4 dapat di lihat pada Tabel 12 dan Tabel 13 berikut :

Tabel 12. Pengujian *Load Shedding* sebelum di batasi (Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Kondisi awal pemakaian beban				
	Arus total (A)	Beban			
		1	2	3	4
1	1,09 A	ON	-	ON	-
2	1,51 A	ON	-	ON	ON

Tabel 13. Hasil respon Pengujian *Load Shedding* batas arus 1,2 A(Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Kondisi akhir setelah pemakaian beban				
	Arus total (A)	Beban			
		1	2	3	4
1	1,09 A	ON	-	ON	
2	1,10 A	ON	-	ON	OFF

Pada pengujian ke 4 dapat di lihat pada Tabel 12 dan Tabel 13 pada saat beban 1 dan 3 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,09 A dan pada saat beban 1, 3 dan 4 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,51 A. Dalam kondisi ini arus yang terbaca telah melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga dalam waktu 1 detik beban 4 diputus.

e) Pengujian ke 5

Pada pengujian ke 5 dapat di lihat pada Tabel 14 dan Tabel 15 berikut :

Tabel 14. Pengujian *Load Shedding* sebelum di batasi (Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Kondisi akhir setelah pemakaian beban				
	Arus total (A)	Beban			
		1	2	3	4
1	0,32 A	-	-	ON	-
2	0,62 A	-	-	ON	ON

Tabel 15. Hasil respon Pengujian *Load Shedding* batas arus 1,2 A (Sumber: Data *Primer*, 2018)

No	Kondisi awal pemakaian beban				
	Arus total (A)	Beban			
		1	2	3	4
1	1,87 A	ON	ON	-	ON
2	1,01 A	-	ON	-	ON

Pada pengujian ke 5 dapat di lihat pada Tabel 14 dan Tabel 15 pada saat beban 1, 2 dan 4 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,87 A. Dalam kondisi ini arus yang terbaca telah melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga dalam waktu 1 detik beban 4 di putus selanjutnya dalam waktu 3,5 detik beban 2 di putus.

PENUTUP**Simpulan**

Setelah dilakukan pengujian sistem *automatic load shedding* ketika adanya beban lebih berbasis *bluetooth* menghasilkan tingkat keakurasian sensor arus yang cukup baik. Bisa di lihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 di mana dari hasil pengujian akurasi sensor arus YHDC SCT 013-000 di bandingkan dengan *amperemeter* menghasilkan *error* rata-rata sebesar 4,952 %, sedangkan hasil dari perbandingan dengan perhitungan rumus menghasilkan *error* rata-rata sebesar 22,11%.

Setelah di lakukan beberapa kali pengujian sistem pelepasan beban dengan batas arus 1,2 A dapat di simpulkan sistem telah bekerja dengan baik. Dapat di lihat pada Tabel 7 pada saat beban 1 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 0,73 A, pada saat beban 1 dan 2 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,45 A, pada saat beban 1, 2 dan 3 dalam kondisi ON arus yang terukur sebesar 1,87 A dan pada saat beban 1, 2, 3 dan 4 ON arus yang terukur adalah sebesar 2,09 A. Dalam kondisi ini arus telah melewati batas arus yang telah diatur pada aplikasi *smartphone* android yaitu 1,2 A sehingga dalam waktu 0,1 detik beban 4 diputus

selanjutnya dalam waktu 0,2 detik beban 3 diputus dan dalam waktu 0,3 detik beban 2 diputus.

Saran

Agar sistem *automatic load shedding* akibat adanya beban lebih berbasis *bluetooth* ini dapat dikembangkan terdapat beberapa saran, yakni sistem yang dibuat hanya menggunakan *bluetooth* sebagai media komunikasi dan pengontrolan. alangkah lebih baik jika adanya pengembangan sistem yang dapat di kontrol dari jauh melalui internet (IOT). Pada program sistem tidak menggunakan *Interrupt* sehingga didapat *delay* yang cukup lama berkisar 10 detik. Sebaiknya untuk pengembangan selanjutnya diharapkan dapat menerapkan sistem dengan *interrupt* untuk memperkecil *delay*.

DAFTAR PUSTAKA

- Lestari, Akbar Merjuire. 2015. Penerapan Pelepasan Beban Lebih (Ols) Pada Transformator Daya 30 Mva 70/20 Kv Di Gardu Induk Boom Baru Pt. Pln (Persero). Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Nova, Tirza. 2013. Perhitungan *Setting* Rele OCR dan GFR pada Sistem Interkoneksi *Diesel Generator* di Perusahaan “X “. Bandung : Institut Teknologi Nasional Bandung. Jurnal Reka Elkomika Vol. 1 No. 1
- Resnick & Halliday.1974. *Fundamentals of Physics*.
- Wahyu K, Raharja. 2014. Alat kontrol kesinambungan daya otomatis akibat adanya beban lebih. *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma*.
- Zainuri, Akhmad. dkk. 2015. Implementasi *Bluetooth* HC-05 untuk Memperbarui Informasi Pada Perangkat *Running Text* Berbasis Android. Jurnal EECCIS Vol. 9, No. 2
- [Http://www.ece.utep.edu/courses/web3376/Lab_5_-_LCD.html](http://www.ece.utep.edu/courses/web3376/Lab_5_-_LCD.html)
- [Https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf](https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf)
- [Https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj7qJSyyoHgAhXMpY8KHbFqC20Q5TV6BAgBEAg&url=http%3A%2F%2Fdatasheets.gpio.dk%2Fdl%2FBluetooth%2FBluetooth-HC05-HC06-Modules-HowTo.pdf&psig=AOvVaw0k2j2JfM5D7hdi0MLHoLfE&ust=1548253061582607](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj7qJSyyoHgAhXMpY8KHbFqC20Q5TV6BAgBEAg&url=http%3A%2F%2Fdatasheets.gpio.dk%2Fdl%2FBluetooth%2FBluetooth-HC05-HC06-Modules-HowTo.pdf&psig=AOvVaw0k2j2JfM5D7hdi0MLHoLfE&ust=1548253061582607)
- [Https://openenergymonitor.com/100a-max-clip-on-current-sensor-ct/](https://openenergymonitor.com/100a-max-clip-on-current-sensor-ct/)